

СЕКЦИЯ 2

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА РЕГЕНЕРАЦИИ МНОГОСЛОЙНОГО ФИЛЬТРА С ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫМИ НАПРАВЛЕНИЯМИ ФИЛЬТРАЦИИ И ПРОМЫВКИ

В. В. ПАБОЛКОВ*, **С. М. ЭПОЯН****, *д-р техн. наук,*
А. С. КАРАГЯУР**, *канд. техн. наук*

**Коммунальное предприятие «Харьковводоканал»,
ул. Шевченко, 2, г. Харьков, 61013*

***Харьковский национальный университет строительства и архитектуры,
ул. Сумская, 40, г. Харьков, 61002
e-mail: karagiaur@rambler.ru*

Фильтровальные сооружения являются важным элементом на станциях подготовки воды из поверхностных источников. Применение двухслойных и многослойных фильтров, когда крупность зерен фильтрующей загрузки уменьшается по направлению фильтрации, позволяет увеличить грязеемкость сооружения и, соответственно, продлить фильтроцикл. Но, как показал опыт эксплуатации двухслойных скорых фильтров, на многих очистных сооружениях, в том числе в городе Харькове, при промывке происходит перемешивание слоев. С течением времени фильтрующая загрузка становится однородной.

Избежать данного явления позволит применение фильтров, в которых фильтрация происходит в горизонтальном направлении, а промывка – в вертикальном. Анализ известных подобных решений выявил недостатки существующих конструкций: невозможность промывки каждого слоя отдельно, перетекание промывной воды из слоев с более мелкой загрузкой в слой с загрузкой из более крупных фракций.

Предложена усовершенствованная конструкция скорого многослойного фильтра с перпендикулярными направлениями фильтрации и промывки. Особенностями новой конструкции является то, что камеры с разной фильтрующей загрузкой разделены водопроницаемыми перегородками, состоящими из двух частей. При промывке пространство между этими частями перекрывается затвором, что исключает переток воды из одной камеры в другую и дает возможность промывать каждый слой по мере исчерпания грязеемкости.

К водопроницаемым перегородкам предъявляются несколько требований: малые потери напора, исключение возможности кольматации, удержание частиц фильтрующей загрузки. Исходя из этих требований,

предлагается применение трубчатых элементов небольшого диаметра (10-20 мм) и длины (10-15 см), расположенных с мелким шагом (1-1,5 диаметра элемента) под углом 45-60°. Данное решение и небольшие скорости фильтрации делают невозможным вынос «тяжелых» частиц фильтрующей загрузки, а небольшая длина элемента исключает осаждение тонкодисперсной примеси. Загрязнения вместе с потоком фильтрующейся воды свободно переходят в следующую камеру с более мелкой загрузкой.

Преимущества отдельной промывки, а также рекомендации по выбору фильтрующей загрузки обоснованы с помощью разработанной математической модели осветления воды в фильтре усовершенствованной конструкции. Модель включает следующие уравнения: фильтрации, переноса взвешенных частиц потоком фильтрующейся жидкости, массопередачи между жидкой и твердой фазами. Также используются зависимости коэффициента фильтрации от степени закольматированности частицами взвеси фильтрового пространства и зависимости коэффициента фильтрации от диаметра зерен и пористости загрузки. Отличием данной математической модели является то, что она учитывает изменение скорости в результате уменьшения площади фильтрации из-за потерь напора.

Важным является также разработка математической модели, описывающей процесс промывки фильтрующей загрузки. Для этого можно применить те же уравнения, что и для описания процесса фильтрации, но с некоторыми отличиями. Так как распределение по горизонтали задержанных загрязнений в фильтрующей загрузке носит неравномерный характер, то необходимо основные уравнения использовать в двухмерной постановке.

Начальными условиями для данной модели является поле концентраций задержанных примесей в фильтрующей загрузке в момент окончания работы сооружения в режиме фильтрации и перехода к регенерации.

Кроме того, при промывке происходит взмучивание и расширение загрузки, соответственно, изменение пористости, что в свою очередь влияет на скорость фильтрации. Учесть данное явление возможно из условия равенства скорости восходящего потока и скорости осаждения частиц фильтрующей загрузки (гидравлической крупности). При выполнении данного условия расширение загрузки прекращается, она находится в равновесии. Гидравлическую крупность частиц загрузки можно оценить по формуле Стокса. Под скоростью восходящего потока понимается не скорость фильтрации (отношение производительности фильтра к площади фильтрации), а реальная скорость движения воды между частицами загрузки. Определить среднее значение данной величины можно как произведение скорости фильтрации и пористости загрузки. В данном случае учитывается не «объемная» пористость, а отношение площади пространства, незанятого частицами загрузки, к полной площади сечения. В первом приближении переход от известной «объемной» пористости к «плоской» можно осуществить из соотношений, полученных для сферических частиц.

Численная реализация данной математической модели позволит определить рациональные параметры промывки, а также обосновать некоторые конструктивные изменения, например, необходимые для изменения интенсивности промывки в направлении фильтрации потока при работе в режиме осветления (от большей концентрации загрязнений в загрузке к меньшей).